

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-331773

(43) 公開日 平成11年(1999)11月30日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I
H 0 4 N	5/92	H 0 4 N 5/92
G 0 6 T	1/00	5/76
H 0 4 N	5/76	7/01
	7/01	G 0 6 F 15/66
		3 3 0 P

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平10-134098

(22) 出願日 平成10年(1998) 5月15日

(71) 出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72) 発明者 新屋 忠雄

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

(72) 発明者 遠藤 裕

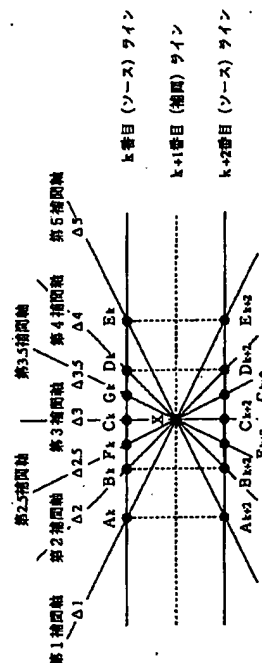
神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

(54) 【発明の名称】 画像補間方法

(57) 【要約】

【課題】 インターレース走査方式のビデオ信号における1フィールド画像により他のフィールド画像を補間する画像方法であり、少ない参照画素にて正確な補間軸を設定すること。

【解決手段】 補間画素の垂直方向に位置する画素と、これと水平方向に隣接する画素との間の仮想的な隣接画素における画素データを補間軸方向の検出に用いることにより、垂直方向からわずかに傾いた方向に相関性のある画像に対しても適切な補間軸の設定及び補間処理ができるようにした。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】互いに隣接して直線的に配列された第1及び第3の画素信号列の間に、第2の画素信号列を発生させる画像補間方法において、

前記第2の画素信号列における補間画素の近傍に位置する前記第1及び第3の画素信号列の複数の画素を参照画素として、前記参照画素の画素データの相関性を評価することで前記補間画素に対する補間軸方向を定め、定められた補間軸方向に応じて前記参照画素の画素データを用いて補間画素の画素データを得る画像補間方法であり、

前記第1の画素信号列上の参照画素に加え、第1の画素信号列上の複数の画素の画素データを用いて、前記補間画素の垂直上方向に位置する第1の画素信号列上の垂直上画素と垂直上画素の水平左方向に隣接する左上画素との間に左上仮想画素を、

また、前記垂直上画素と垂直上画素の水平右方向に隣接する右上画素との間に右上仮想画素をそれぞれ参照画素として算出し、

前記第3の画素信号列上の参照画素に加え、第3の画素信号列上の複数の画素の画素データを用いて、前記補間画素の垂直下方向に位置する第3の画素信号列上の垂直下画素と垂直下画素の水平左方向に隣接する左下画素との間に左下仮想画素を、

また、前記垂直下画素と垂直下画素の水平右方向に隣接する右下画素との間に右下仮想画素を、それぞれ参照画素として算出し、

前記左上仮想画素と前記右下仮想画素とを結ぶ方向、及び、前記右上仮想画素と前記左下仮想画素とを結ぶ方向を少なくとも含み、前記補間画素を中心として点対称の位置にある前記参照画素を結ぶ方向での信号の相関性を夫々評価し、最も相関性の高い方向を補間軸方向として定め、

前記定められた補間軸方向における前記参照画素の画素データに基づき補間画素の画素データを得ることを特徴とする画像補間方法。

【請求項2】互いに隣接して直線的に配列された第1及び第3の画素信号列の間に、第2の画素信号列を発生させる画像補間方法において、

前記第2の画素信号列における補間画素の近傍に位置する前記第1及び第3の画素信号列の複数の画素を参照画素として、前記参照画素の画素データの相関性を評価することで前記補間画素に対する補間軸方向を定め、定められた補間軸方向に応じて前記参照画素の画素データを用いて補間画素の画素データを得る画像補間方法であり、

前記第1の画素信号列上の参照画素に加え、第1の画素信号列上の複数の画素の画素データを用いて、前記補間画素の垂直上方向に位置する第1の画素信号列上の垂直上画素と垂直上画素の水平左方向に隣接する左上画素と

の間に左上仮想画素を、

また、前記垂直上画素と垂直上画素の水平右方向に隣接する右上画素との間に右上仮想画素をそれぞれ参照画素として算出し、

前記第3の画素信号列上の参照画素に加え、第3の画素信号列上の複数の画素の画素データを用いて、前記補間画素の垂直下方向に位置する第3の画素信号列上の垂直下画素と垂直下画素の水平左方向に隣接する左下画素との間に左下仮想画素を、

10 また、前記垂直下画素と垂直下画素の水平右方向に隣接する右下画素との間に右下仮想画素を、それぞれ参照画素として算出し、

前記左上仮想画素と前記右下仮想画素とを結ぶ方向、及び、前記右上仮想画素と前記左下仮想画素とを結ぶ方向を少なくとも含み、前記補間画素を中心として点対称の位置にある前記参照画素を結ぶ方向での信号の相関性を夫々評価し、最も相関性の高い方向を補間軸方向として定め、

20 前記左上仮想画素と前記右下仮想画素とを結ぶ方向、又は、前記右上仮想画素と前記左下仮想画素とを結ぶ方向のいずれかの方向が補間軸方向として定められた場合には、前記当該仮想画素を算出するために用いた前記参照画素の画素データに基づき補間画素の画素データを得、前記左上仮想画素と前記右下仮想画素とを結ぶ方向、又は、前記右上仮想画素と前記左下仮想画素とを結ぶ方向以外が補間軸方向として定められた場合には、前記定められた補間軸方向における前記参照画素の画素データに基づき補間画素の画素データを得ることを特徴とする画像補間方法。

30 【請求項3】互いに隣接して直線的に配列された第1及び第3の画素信号列の間に、第2の画素信号列を発生させる画像補間方法において、

前記第2の画素信号列における補間画素の近傍に位置する前記第1及び第3の画素信号列の複数の画素を参照画素として、前記参照画素の画素データの相関性を評価することで前記補間画素に対する補間軸方向を定め、定められた補間軸方向に応じて前記参照画素の画素データを用いて補間画素の画素データを得る画像補間方法であり、

40 前記第1の画素信号列上の参照画素に加え、第1の画素信号列上の複数の画素の画素データを用いて、前記補間画素の垂直上方向に位置する第1の画素信号列上の垂直上画素と垂直上画素の水平左方向に隣接する左上画素との間に左上仮想画素を、

また、前記垂直上画素と垂直上画素の水平右方向に隣接する右上画素との間に右上仮想画素をそれぞれ参照画素として算出し、

前記第3の画素信号列上の参照画素に加え、第3の画素信号列上の複数の画素の画素データを用いて、前記補間画素の垂直下方向に位置する第3の画素信号列上の垂直

下面素と垂直下面素の水平左方向に隣接する左下面素との間に左下仮想画素を、

また、前記垂直下面素と垂直下面素の水平右方向に隣接する右下面素との間に右下仮想画素を、それぞれ参照画素として算出し、

前記左上仮想画素と前記右下仮想画素とを結ぶ方向、及び、前記右上仮想画素と前記左下仮想画素とを結ぶ方向を少なくとも含み、前記補間画素を中心として点対称の位置にある前記参照画素を結ぶ方向での信号の相関性を夫々評価し、最も相関性の高い方向を補間軸方向として定め、

前記左上仮想画素と前記右下仮想画素とを結ぶ方向、又は、前記右上仮想画素と前記左下仮想画素とを結ぶ方向のいずれかの方向が補間軸方向として定められた場合には、前記垂直上面素と前記垂直下面素との画素データに基づき補間画素の画素データを得、前記左上仮想画素と前記右下仮想画素とを結ぶ方向、又は、前記右上仮想画素と前記左下仮想画素とを結ぶ方向以外が補間軸方向として定められた場合には、前記定められた補間軸方向における前記参照画素の画素データに基づき補間画素の画素データを得ることを特徴とする画像補間方法。

【請求項4】前記補間画素を中心として点対称の位置にある前記参照画素を結ぶ複数の方向での信号の相関性を夫々評価し、最も相関性の高い方向を補間軸方向として定める際に、

最も相関性の高い方向が複数存在する場合には、各方向における参照画素の位置と補間画素との距離が最も短い方向を補間軸方向として定めることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項記載の画像補間方法。

【請求項5】前記補間画素を中心として点対称の位置にある前記参照画素を結ぶ複数の方向での信号の相関性を夫々評価し、最も相関性の高い方向を補間軸方向として定め、前記定められた補間軸方向における前記参照画素の画素データに基づき補間画素の画素データを得る際に、

最も相関性の高い方向が複数存在する場合には、各方向における参照画素の位置と補間画素との距離が短いほど大きい係数を、距離が長いほど小さい係数を各参照画素の画素データに乘じ、これら参照画素の荷重平均値を補間画素の画素データとして得ることを特徴とする請求項1に記載の画像補間方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インターレース走査方式のビデオ信号における1フィールド画像により他のフィールド画像を補間する画像補間方法に関する。

【0002】

【従来の技術】インターレース走査方式のビデオ信号において、動画像信号から1フレーム分の信号を取り出してこれを静止画として表示あるいは印刷させると、動き

の速い部分では夫々のフィールド画像が櫛の歯状にぶれて見える。そこで、このぶれを補正する為に、一方のフィールド信号から他方のフィールド信号を演算により生成し、ぶれのないフレーム画像を得ようとする画像補間方法が知られている。

【0003】図6は、従来の画像補間方法の一例を説明するための説明図である。ここで、補間演算のソースとなるフィールド（ソースデータ）のk番目のラインとk+2番目のラインとからその間に存在するk+1番目のラインにおける画素Xを補間する場合、まず、k番目のライン又はk+2番目のラインに存在し、画素Xと隣接する合計10画素（ $A_k \sim E_k$ 及び $A_{k+2} \sim E_{k+2}$ ）により構成される隣接画素に着目し、画素Xを中心として点対称をなす2つの隣接画素（例えば A_k と E_{k+2} 又は B_k と D_{k+2} 等）を点対称画素として、これらの点対称画素を夫々結ぶ5つの軸方向（第1～第5補間軸）に対する画素データの相関性を評価する。

【0004】画素データの相関性は、例えばk番目のラインに存在する隣接画素の輝度データ（ $A_k \sim E_k$ ）とk+2番目のラインに存在する隣接画素の輝度データ（ $A_{k+2} \sim E_{k+2}$ ）との差で表すことが可能であり、第1～第5補間軸方向での相関評価指数を夫々 $\Delta 1 \sim \Delta 5$ とした場合に、 $\Delta 1$ は $|A_k - E_{k+2}|$ 、 $\Delta 2$ は $|B_k - D_{k+2}|$ 、 $\Delta 3$ は $|C_k - C_{k+2}|$ 、 $\Delta 4$ は $|D_k - B_{k+2}|$ 、 $\Delta 5$ は $|E_k - A_{k+2}|$ により演算される。そして、各相関評価指数 $\Delta 1 \sim \Delta 5$ の値を比較して、値が最も小さい軸方向を補間軸Hとして決定し、この補間軸Hにおける2つの点対称画素の画素データの例えば平均値により画素Xでの補間データを得ていた。

【0005】図7は、従来の画像補間方法を用いてk番目のラインに存在する15画素とk+2番目のラインに存在する15画素との輝度データにより、k番目のラインとk+2番目のラインとの間の補間ライン（k+1番目のライン）における11画素（画素P～Z）の補間データ（Ph～Zh）を得た例を示している。

【0006】また、図8は、従来の画像補間方法を用いてk+2番目のラインに存在する15画素とk+4番目のラインに存在する15画素との輝度データにより、k+2番目のラインとk+4番目のラインとの間の補間ライン（k+3番目のライン）における11画素（画素P～Z）の補間データ（Ph～Zh）を得た例を示している。

【0007】ここで、図7及び図8に示す如く、k番目のラインにおける15画素の輝度データは、左から順に0、0、0、2、3、7、10、7、3、3、0、0、0、0、0とし、k+2番目のラインにおける15画素の輝度データは左から順に0、0、0、0、2、4、8、10、8、3、2、0、0、0、0、そしてk+4番目のラインにおける15画素の輝度データは、左から順に0、0、0、0、0、2、3、7、10、7、3、

10

20

30

40

50

3、0、0、0とする。

【0008】図7において、補間ライン(k+1)での11画素(画素P~Z)の各軸方向に対する相関評価指数 $\Delta 1 \sim \Delta 5$ の値を夫々比較すると、まず、画素Pに関しては、相関評価指数 $\Delta 1 \sim \Delta 5$ の値が夫々、2、0、0、2、3である為、最小値となった第2及び第3補間軸を補間軸Hと決定し、以下同様に、画素Qに関しては第2及び第3補間軸、画素Rに関しては第3補間軸、画素Sに関しては第3補間軸、画素Tに関しては第5補間軸、画素Uに関しては第5補間軸、画素Vに関しては第2補間軸、画素Wに関しては第3補間軸、画素Xに関しては第3補間軸、画素Yに関しては第2及び第3補間軸、画素Zに関しては第1、第2、第3及び第4補間軸を補間軸Hとする。

【0009】また、図8において、補間ライン(k+3)での11画素(画素P~Z)の各軸方向に対する相関評価指数 $\Delta 1 \sim \Delta 5$ の値を夫々比較すると、まず、画素Pに関しては、相関評価指数 $\Delta 1 \sim \Delta 5$ の値が夫々、0、0、0、0、2である為、最小値となった第1、第2、第3及び第4補間軸を補間軸Hと決定し、以下同様に、画素Qに関しては第2及び第3補間軸、画素Rに関しては第2及び第3補間軸、画素Sに関しては第2補間軸、画素Tに関しては第2補間軸、画素Uに関しては第5補間軸、画素Vに関しては第5補間軸、画素Wに関しては第3補間軸、画素Xに関しては第2補間軸、画素Yに関しては第2補間軸、画素Zに関しては第2及び第3補間軸を補間軸Hとする。

【0010】次に、補間ライン(k+1)での11画素(画素P~Z)に対しては、夫々決定された補間軸Hにおける点対称画素の平均値により画素データを得る為、画素Pの補間データPhは、先に補間軸Hとして決定された第2補間軸での点対称画素の輝度データである0と0、及び第3補間軸での点対称画素の輝度データである0と0との全ての値の平均により0となり、以下同様に、画素Qの補間データQhは1.0、画素Rの補間データRhは2.5、画素Sの補間データShは5.5、画素Tの補間データThは2.5、画素Uの補間データUhは3.5、画素Vの補間データVhは5.0、画素Wの補間データWhは3.0、画素Xの補間データXhは1.0、画素Yの補間データYhは0、画素Zの補間データZhは0となる。

【0011】また、補間ライン(k+3)での11画素(画素P~Z)に関しては、画素Pの補間データPhは、第1、第2、第3及び第4補間軸での点対称画素の輝度データである0と0、0と0、0と0及び0と0との全ての値の平均により0となり、以下同様に、画素Qの補間データQhは0、画素Rの補間データRhは1.0、画素Sの補間データShは2.5、画素Tの補間データThは5.5、画素Uの補間データUhは2.5、画素Vの補間データVhは2.5、画素Wの補間データ

Whは5.0、画素Xの補間データXhは3.0、画素Yの補間データYhは1.0、画素Zの補間データZhは0となる。

【0012】なお、補間ライン(k+1)における画素Pのように、補間軸Hとして複数の補間軸が決定された場合、ここではこれら全ての補間軸の点対称画素の平均値を補間データとして算出したが、一般的に、軸方向の相関性が同じであれば、補間される画素により近い位置の画素を用いて補間データを生成した方が周辺の画素との連続性が高く、違和感のない望ましい補間が行えることが多いことから、相関評価指数($\Delta 1 \sim \Delta 5$)の最小値が同一となり、複数の補間軸が決定された場合には、補間する画素と各軸における点対称画素との距離に応じて、例えば、第3補間軸>第2補間軸(あるいは第4補間軸)>第4補間軸(あるいは第2補間軸)>第1補間軸(あるいは第5補間軸)>第5補間軸(あるいは第1補間軸)の如く優先順位を設けて補間軸Hを1つに決定し、各補間データを先の如く演算することも可能であり、あるいは、複数の補間軸の点対称画素に対して、上記優先順位に応じた重み係数を乗じ、補間データとしてこの荷重平均値を演算することも可能である。但し、第7図及び第8図の数値例においては、いずれの演算方法を用いても同じ演算結果が得られる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】図9(a)は、このようにして得られた補間ライン(k+1)における画素P~Zの補間データ、補間ライン(k+3)における画素P~Zの補間データ、k番目のラインにおける15画素の輝度データ、k+2番目のラインにおける15画素の輝度データ、k+4番目のラインにおける15画素の輝度データを示した表であり、また、図9(b)はこれをグラフ化したものある。

【0014】図9(b)に示すように、k番目のラインの輝度データ、k+2番目のラインの輝度データ、そしてk+4番目のラインの輝度データは、共に相関性が高く、夫々輝度データのピーク(山)が発生している。ところが、補間ライン(k+1)における画素P~Zの補間データ、そして、補間ライン(k+3)における画素P~Zの補間データには、同じようなピーク(山)が発生せずに、むしろ谷になっており、適切な補間が行われていないことがわかる。

【0015】また、図9(a)においてk番目のラインの輝度データ、k+2番目のラインの輝度データ、そしてk+4番目のラインの輝度データとを比較してみると、垂直方向からいくらか反時計方向に傾いた軸方向に対して同程度の数値の輝度データが並んでいることがわかる。

【0016】従って、画素P~Zの夫々の補間軸Hは、本来第2補間軸あるいは第3補間軸とされるべきところであるが、補間ライン(k+1)における画素T及び画

10

20

30

40

50

素U、そして補間ライン(k+3)における画素U及び画素Vに対しては、それぞれ第5補間軸が補間軸Hとされている。

【0017】図10は、画素Xに対して、参照画素数を更に増やした場合の隣接した補間軸同士の成す角を示す図である。図10に示す如く、参照画素を増やすことにより水平方向に近い軸方向に対しては更に細かく相関性を評価することが可能となるが、この場合であっても、第2補間軸と第3補間軸との成す角、あるいは第3補間軸と第4補間軸との成す角は、それぞれ45度となっており、第2補間軸と第3補間軸との間、あるいは第3補間軸と第4補間軸との間の軸方向に対する相関性を評価することができない。

【0018】従って、従来の画像補間方法では、補間軸同士の成す角が比較的大きい隣り合う補間軸の間で画素の相関性が高くなっている場合でも、これを検出することができず、誤った補間軸をとってしまう可能性が高いという問題があった。

【0019】

【課題を解決するための手段】以上の課題を解決するために、本発明に係る画像補間方法は、互いに隣接して直線的に配列された第1及び第3の画素信号列の間に、第2の画素信号列を発生させる画像補間方法において、前記第2の画素信号列における補間画素の近傍に位置する前記第1及び第3の画素信号列の複数の画素を参照画素として、前記参照画素の画素データの相関性を評価することで前記補間画素に対する補間軸方向を定め、定められた補間軸方向に応じて前記参照画素の画素データを用いて補間画素の画素データを得る画像補間方法であり、前記第1の画素信号列上の参照画素に加え、第1の画素信号列上の複数の画素の画素データを用いて、前記補間画素の垂直上方向に位置する第1の画素信号列上の垂直上画素と垂直上画素の水平左方向に隣接する左上画素との間に左上仮想画素を、また、前記垂直上画素と垂直上画素の水平右方向に隣接する右上画素との間に右上仮想画素をそれぞれ参照画素として算出し、前記第3の画素信号列上の参照画素に加え、第3の画素信号列上の複数の画素の画素データを用いて、前記補間画素の垂直下方向に位置する第3の画素信号列上の垂直下画素と垂直下画素の水平左方向に隣接する左下画素との間に左下仮想画素を、また、前記垂直下画素と垂直下画素の水平右方向に隣接する右下画素との間に右下仮想画素を、それぞれ参照画素として算出し、前記左上仮想画素と前記右下仮想画素とを結ぶ方向、及び、前記右上仮想画素と前記左下仮想画素とを結ぶ方向を少なくとも含み、前記補間画素を中心として点対称の位置にある前記参照画素を結ぶ方向での信号の相関性を夫々評価し、最も相関性の高い方向を補間軸方向として定め、前記定められた補間軸方向における前記参照画素の画素データに基づき補間画素の画素データを得ることを特徴とするものであり、ま

た、前記左上仮想画素と前記右下仮想画素とを結ぶ方向、又は、前記右上仮想画素と前記左下仮想画素とを結ぶ方向のいずれかの方向が補間軸方向として定められた場合には、前記当該仮想画素を算出するために用いた前記参照画素の画素データに基づき補間画素の画素データを得、前記左上仮想画素と前記右下仮想画素とを結ぶ方向、又は、前記右上仮想画素と前記左下仮想画素とを結ぶ方向以外が補間軸方向として定められた場合には、前記定められた補間軸方向における前記参照画素の画素データに基づき補間画素の画素データを得ることを特徴とするものであり、また、前記左上仮想画素と前記右下仮想画素とを結ぶ方向、又は、前記右上仮想画素と前記左下仮想画素とを結ぶ方向のいずれかの方向が補間軸方向として定められた場合には、前記垂直上画素と前記垂直下画素との画素データに基づき補間画素の画素データを得、前記左上仮想画素と前記右下仮想画素とを結ぶ方向、又は、前記右上仮想画素と前記左下仮想画素とを結ぶ方向以外が補間軸方向として定められた場合には、前記定められた補間軸方向における前記参照画素の画素データに基づき補間画素の画素データを得ることを特徴とするものである。

【0020】更に、本発明に係る画像補間方法は、前記補間画素を中心として点対称の位置にある前記参照画素を結ぶ複数の方向での信号の相関性を夫々評価し、最も相関性の高い方向を補間軸方向として定める際に、最も相関性の高い方向が複数存在する場合には、各方向における参照画素の位置と補間画素との距離が最も短い方向を補間軸方向として定めることを特徴とするものであり、また、前記補間画素を中心として点対称の位置にある前記参照画素を結ぶ複数の方向での信号の相関性を夫々評価し、最も相関性の高い方向を補間軸方向として定め、前記定められた補間軸方向における前記参照画素の画素データに基づき補間画素の画素データを得る際に、最も相関性の高い方向が複数存在する場合には、各方向における参照画素の位置と補間画素との距離が短いほど大きい係数を、距離が長いほど小さい係数を各参照画素の画素データに乘じ、これら参照画素の荷重平均値を補間画素の画素データとして得ることを特徴とするものである。

【0021】

【発明の実施の形態】本発明に係る画像補間方法は、k番目のラインとk+2番目のラインとからその間に存在するk+1番目のラインにおける画素Xを補間する場合、この補間画素Xの画素データを補間する際の補間軸の設定を、限られた少ない画素から正確に行えるようにしたことを特徴とするものである。

【0022】図1は、本発明の実施例に係る画像補間方法を説明するための説明図である。本発明の実施例に係る画像補間方法では、従来の画像補間方法と同様に、k番目のラインとk+2番目のラインとの間に存在する補

間ライン(k+1ライン)に画素Xを補間する際に、まず、k番目のライン又はk+2番目のラインに存在し、画素Xと隣接する合計10画素($A_k \sim E_k$ 及び $A_{k+2} \sim E_{k+2}$)により構成される隣接画素に着目する。

【0023】次に、隣接画素 B_k と隣接画素 C_k との間の仮想的な隣接画素 F_k における仮想画素データを $(B_k + C_k) / 2$ 、隣接画素 C_k と隣接画素 D_k との間の仮想的な隣接画素 G_k における仮想画素データを $(C_k + D_k) / 2$ 、隣接画素 B_{k+2} と隣接画素 C_{k+2} との間の仮想的な隣接画素 F_{k+2} における仮想画素データを $(B_{k+2} + C_{k+2}) / 2$ 、隣接画素 C_{k+2} と隣接画素 D_{k+2} との間の仮想的な隣接画素 G_{k+2} における仮想画素データを $(C_{k+2} + D_{k+2}) / 2$ により演算する。

【0024】そして、画素Xを中心として点対称をなす2つの隣接画素(例えば A_k と E_{k+2} 又は B_k と D_{k+2} 等)、そして画素Xを中心として点対称をなす2つの仮想的な隣接画素(F_k と G_{k+2} 及び G_k と F_{k+2})を全て点対称画素として、この点対称画素を夫々結ぶ7つの軸方向(第1、第2、第2.5、第3、第3.5、第4、第5補間軸)に対する画素データの相関性を評価する。

【0025】まず、第1補間軸方向への画素データの相関性を示す相関評価指数 $\Delta 1$ は、第1補間軸上の点対称画素の画素データの差である $|A_k - E_{k+2}|$ 、同様にして、第2補間軸方向での相関評価指数 $\Delta 2$ は $|B_k - D_{k+2}|$ 、第3補間軸方向での相関評価指数 $\Delta 3$ は $|C_k - C_{k+2}|$ 、第4補間軸方向での相関評価指数 $\Delta 4$ は $|D_k - B_{k+2}|$ 、第5補間軸方向での相関評価指数 $\Delta 5$ は $|E_k - A_{k+2}|$ となる。

【0026】また、第2.5補間軸方向への画素データの相関性を示す相関評価指数 $\Delta 2.5$ は、第2.5補間軸上の点対称画素の画素データの差である $(|B_k + C_k - C_{k+2} - D_{k+2}|) / 2$ 、第3.5補間軸方向への画素データの相関性を示す相関評価指数 $\Delta 3.5$ は、第3.5補間軸上の点対称画素の画素データの差である $(|C_k + D_k - B_{k+2} - C_{k+2}|) / 2$ となる。

【0027】そして、各軸方向の相関評価指数 $\Delta 1$ 、 $\Delta 2$ 、 $\Delta 2.5$ 、 $\Delta 3$ 、 $\Delta 3.5$ 、 $\Delta 4$ 、 $\Delta 5$ の値を比較して、値が最も小さい軸により補間軸Hを決定し、この補間軸Hにおける2つの点対称画素の画素データの平均値により画素Xでの補間データを得る。

【0028】即ち、画素Xと隣接する合計10画素($A_k \sim E_k$ 及び $A_{k+2} \sim E_{k+2}$)における点対称画素を結ぶ各軸方向により $\Delta 1$ 、 $\Delta 2$ 、 $\Delta 3$ 、 $\Delta 4$ 、 $\Delta 5$ の値を演算するのに加え、第2補間軸と第3補間軸との間の仮想的な第2.5補間軸方向、そして第3補間軸と第4補間軸との間の仮想的な第3.5補間軸方向により $\Delta 2.5$ 、そして $\Delta 3.5$ の値をそれぞれ演算することにより、仮想的な軸方向に対しても相関評価指数が得られるようにしている。

【0029】図2は、本発明の実施例に係る画像補間方法を用いてk番目のラインに存在する15画素とk+2番目のラインに存在する15画素との輝度データにより、k番目のラインとk+2番目のラインとの間の補間ライン(k+1番目のライン)における11画素(画素P~Z)の補間データ(PH~ZH)を得た例を示している。

【0030】また、図3は、本発明の実施例に係る画像補間方法を用いてk+2番目のラインに存在する15画素とk+4番目のラインに存在する15画素との輝度データにより、k+2番目のラインとk+4番目のラインとの間の補間ライン(k+3番目のライン)における11画素(画素P~Z)の補間データ(PH~ZH)を得た例を示している。

【0031】ここで、図2及び図3に示す如く、k番目のラインにおける15画素の輝度データは、図7及び図8で示した輝度データの値と同一であり左から順に0、0、0、2、3、7、10、7、3、3、0、0、0、0、0とし、k+2番目のラインにおける15画素の輝度データは左から順に0、0、0、0、2、4、8、10、8、3、2、0、0、0、0、そしてk+4番目のラインにおける15画素の輝度データは、左から順に0、0、0、0、0、2、3、7、10、7、3、3、0、0、0とする。

【0032】図2において、補間ライン(k+1)での11画素(画素P~Z)の各軸方向に対する相関評価指数の値を夫々比較すると、まず、画素Pに関しては、相関評価指数 $\Delta 1$ 、 $\Delta 2$ 、 $\Delta 2.5$ 、 $\Delta 3$ 、 $\Delta 3.5$ 、 $\Delta 4$ 、 $\Delta 5$ の値が夫々、2、0、0、0、1、2、3となるが、ここでは各軸方向に対して、補間画素との距離に応じた第3補間軸>第2.5補間軸>第3.5補間軸>第2補間軸>第4補間軸>第1補間軸>第5補間軸の如き優先順位を設け、相関評価指数が最小値となった第2補間軸、第2.5補間軸及び第3補間軸の中から、この優先順位に従い第3補間軸を補間軸Hと決定し、以下同様に、画素Qに関しては第2.5補間軸、画素Rに関しては第2.5補間軸、画素Sに関しては第2.5補間軸、画素Tに関しては第2.5補間軸、画素Uに関しては第2.5補間軸、画素Vに関しては第2.5補間軸、画素Wに関しては第3補間軸、画素Xに関しては第2.5補間軸、画素Yに関しては第3補間軸、画素Zに関しては第3補間軸を補間軸Hとする。

【0033】また、図3において、補間ライン(k+3)での11画素(画素P~Z)の各軸方向に対する相関評価指数の値を夫々比較すると、まず、画素Pに関しては、相関評価指数 $\Delta 1$ 、 $\Delta 2$ 、 $\Delta 2.5$ 、 $\Delta 3$ 、 $\Delta 3.5$ 、 $\Delta 4$ 、 $\Delta 5$ の値が夫々、0、0、0、0、0、0、2である為、最小値となった第1、第2、第2.5、第3、第3.5及び第4補間軸の中から、先と同様の優先順位に従い、第3補間軸を補間軸Hと決定し、以

下同様に、画素Qに関しては第3補間軸、画素Rに関しては第2.5補間軸、画素Sに関しては第2.5補間軸、画素Tに関しては第2.5補間軸、画素Uに関しては第2.5補間軸、画素Vに関しては第2.5補間軸、画素Wに関しては第2.5補間軸、画素Xに関しては第2補間軸、画素Yに関しては第2.5補間軸、画素Zに関しては第3補間軸を補間軸Hとする。

【0034】補間ライン(k+1)での11画素(画素P~Z)は、夫々決定された補間軸Hにおける点対称画素の平均値により画素データを得る為、画素Pの補間データPhは、第3補間軸での点対称画素の輝度データである0と0との平均により0となり、以下同様に、画素Qの補間データQhは1.0、画素Rの補間データRhは2.75、画素Sの補間データShは5.5、画素Tの補間データThは8.75、画素Uの補間データUhは8.75、画素Vの補間データVhは5.25、画素Wの補間データWhは3.0、画素Xの補間データXhは1.25、画素Yの補間データYhは0、画素Zの補間データZhは0となる。

【0035】また、補間ライン(k+3)での11画素(画素P~Z)に関しては、画素Pの補間データPhは、第3補間軸での点対称画素の輝度データである0と0との平均により0となり、以下同様に、画素Qの補間データQhは0、画素Rの補間データRhは1.0、画素Sの補間データShは2.75、画素Tの補間データThは5.5、画素Uの補間データUhは8.75、画素Vの補間データVhは8.75、画素Wの補間データWhは5.25、画素Xの補間データXhは3.0、画素Yの補間データYhは1.25、画素Zの補間データZhは0となる。

【0036】図4(a)は、このようにして得られた補間ライン(k+1)における画素P~Zの補間データ、補間ライン(k+3)における画素P~Zの補間データ、k番目のラインにおける15画素の輝度データ、k+2番目のラインにおける15画素の輝度データ、k+4番目のラインにおける15画素の輝度データを示した表であり、また、図4(b)はこれをグラフ化したものある。

【0037】図4(b)に示すように、補間ライン(k+1)における画素P~Zの補間データ、そして、補間ライン(k+3)における画素P~Zの補間データは、k番目のラインの輝度データ、k+2番目のラインの輝度データ、そしてk+4番目のラインの輝度データと同様に輝度データのピーク(山)が発生した相関性が高い補間データとなり、適切な補間が行われたことがわかる。そして、これは、図2及び図3からも明らかなように、画素P~Zにおける補間軸が第2.5補間軸あるいはこの補間軸に近い角度である第2補間軸または第3補間軸に正確に設定されたことによる。

【0038】なお、以上の実施例では各補間画素にお

る補間軸方向を、所定の優先順位にしたがって1軸として、この補間軸上の参照画素データに基づいて補間画素を算出したが、補間軸として複数の補間方向が決定された場合、各補間方向の参照画素データに対して優先順位に応じた所定の重み係数を乗じ、この荷重平均値を補間画素データとして算出することも可能である。この場合、例えば重み係数として、第3補間軸には4、第2.5及び第3.5補間軸には3、第2及び第4補間軸には2、第1及び第5補間軸には1を用いれば、図2において、補間ライン(k+1)の画素Pに関しては、第2.5、及び第3補間軸の3軸が補間軸となるので、第2補間軸上の参照画素データには2を、第2.5補間軸上の参照画素データには3を、第3補間軸上の参照画素データには4を重み係数として乗じ、これら参照画素データの荷重平均値を補間画素Pの画素データとすれば良い。

【0039】また、以上の実施例では補間軸が第2.5補間軸、あるいは第3.5補間軸に設定された場合に、この軸上にある仮想的な隣接画素の画素データを用いて、補間画素の画素データを演算したが、仮想的な隣接画素を補間軸方向の検出のみに用い、補間軸が第2.5補間軸、あるいは第3.5補間軸に設定された場合の補間画素の補間データは、補間軸として第3補間軸が検出された場合と同様に、第3補間軸上にある画素C_k及びC_{k+2}のデータから演算しても良く、こうすることによって、補間方向の検出精度を高めながら補間データの高域周波数特性(画像のキレ)を高めることが可能となり、“細い垂直な線”を含んだCGやアニメーションのような画像に対して、より自然な補間データを得ることができる。

【0040】また、以上の実施例では補間軸が第2.5補間軸、あるいは第3.5補間軸に設定された場合に、この軸上にある仮想的な隣接画素の画素データを用いて、補間画素の画素データを演算したが、この軸上にある仮想的な隣接画素の画素データを直接用いなくても、例えば第2.5補間軸(第3.5補間軸)が補間軸に設定された場合には、これらの補間軸上での仮想的な隣接画素での画素データを演算する為に用いた4つの点対称画素B_k、C_k、C_{k+2}及びD_{k+2}(C_k、D_k、B_{k+2}及びC_{k+2})での画素データを用いて補間画素の画素データを演算すれば良い。

【0041】また、以上の実施例では、補間画素と隣接する10画素からなる5つの補間軸に加え、仮想的な隣接画素からなる2つの補間軸に対する相関性を評価して補間方向を検出したが、補間軸の数はこれに限らず、補間画素と隣接する複数の画素からなる補間軸に加え、演算によって得られた仮想的な隣接画素からなる補間軸を補間方向の検出に用いれば、仮想的な隣接画素を用いない従来の補間方法より補間方向の検出精度が高まり、より自然な補間データを得ることができる。特に、実施例

10

20

30

40

50

のように、補間軸同士の成す角度の広い第2補間軸と第3補間軸の間、及び第3補間軸と第4補間軸の間に仮想的な隣接画素からなる補間軸を設けた場合は、その効果が大い。

【0042】また、以上の実施例では、仮想的な隣接画素を第2補間軸と第3補間軸との間、あるいは第3補間軸と第4補間軸との間にのみ設けたが、更に多くの仮想的な隣接画素を用いることにより各補間軸間の成す角を更に狭くし、特に第2補間軸と第3補間軸との間、あるいは第3補間軸と第4補間軸との間の軸方向に対する画素データの相関性を正確に評価することが可能となる。

【0043】図5は、仮想的な隣接画素の数を増やした場合の例であり、ここでは、k番目のラインにおける隣接画素A_k及びB_kの間を6:3の比率で分ける位置、隣接画素B_k及びC_kの間を3:2:2:2の比率で分ける位置、隣接画素C_k及びD_kの間を2:2:2:3の比率で分ける位置、隣接画素D_k及びE_kの間を3:6の比率で分ける位置(k+2番目のラインも同様)にそれぞれ仮想的な隣接画素を設けてある。

【0044】このように、仮想的な隣接画素を設けることにより、各補間軸間の成す角を狭くすると共に、各補間軸間の成す角の均等性(8.1度~12.5度)を高めることができる為、より高精度で、且つ検出方向に偏りの少ない補間軸検出が可能となる。

【0045】また、以上の実施例では、補間しようとする画素の補間データを補間軸Hにおける2つの点対称画素の画素データの単純平均値により得た例を示したが、空間周波数特性の高域成分(画像のキレ)を重視して、例えばk番目のライン上の点対称画素の画素データには0.7の値を乗じ、k+2番目のライン上の点対称画素の画素データには0.3の値を乗じて、それぞれの値の加算値により補間ライン(k+1)における補間画素の補間データを得てもよい。

【0046】また、以上の実施例では、水平方向の画素データの間隔と垂直方向のライン間隔とが等しい正方配列の画像データに対する補間処理の例を示したが、例えばNTSC信号において色副搬送波の4倍の周波数(4fsc)で水平画像データを得た場合のように、走査線ピッチ(垂直方向のライン間隔)の0.8倍程度の間隔で水平画素データが配列される信号に対しても、従来の補間方法では垂直に近い軸方向の検出精度が粗いことに

は変わりはなく、本発明を適用することで検出精度が高まることは言うまでもない。

【0047】

【発明の効果】このように、本発明に係る画像補間方法によると、補間画素の垂直方向に位置する画素と、これと水平方向に隣接する画素との間の仮想的な隣接画素における画素データを補間軸方向の検出に用いることにより、垂直方向からわずかに傾いた方向に相関性のある画像に対しても適切な補間軸の設定及び補間処理が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係る画像補間方法を説明するための説明図である。

【図2】本発明の実施例に係る画像補間方法を用いて得られた補間ライン(k+1)の補間データを説明する図である。

【図3】本発明の実施例に係る画像補間方法を用いて得られた補間ライン(k+3)の補間データを説明する図である。

【図4】本発明の実施例に係る画像補間方法による補間結果を示す図である。

【図5】本発明の実施例に係る画像補間方法において、仮想的な隣接画素を増やした場合の成す角を示す図である。

【図6】従来の画像補間方法の一例を説明するための説明図である。

【図7】従来の画像補間方法を用いて得られた補間ライン(k+1)の補間データを説明する図である。

【図8】従来の画像補間方法を用いて得られた補間ライン(k+3)の補間データを説明する図である。

【図9】従来の画像補間方法による補間結果を示す図である。

【図10】従来の画像補間方法において参照画素数を増やした場合の成す角を示す図である。

【符号の説明】

Δ1…第1補間軸方向での画素データの相関評価指数

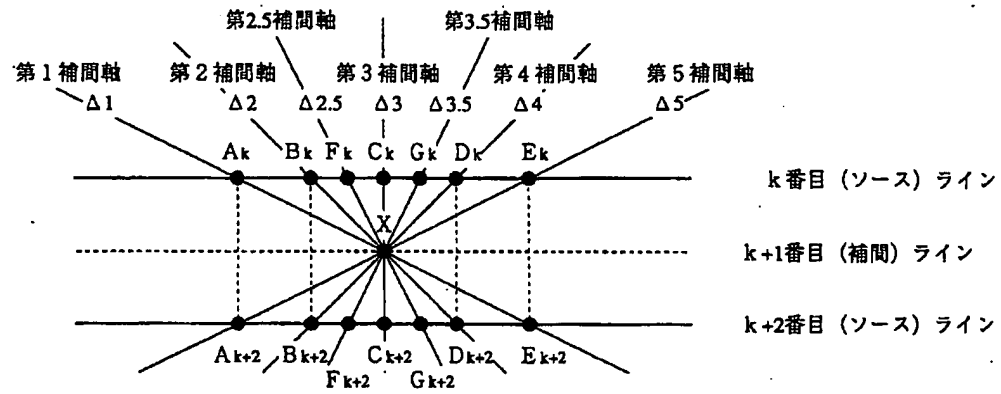
Δ2…第2補間軸方向での画素データの相関評価指数

Δ3…第3補間軸方向での画素データの相関評価指数

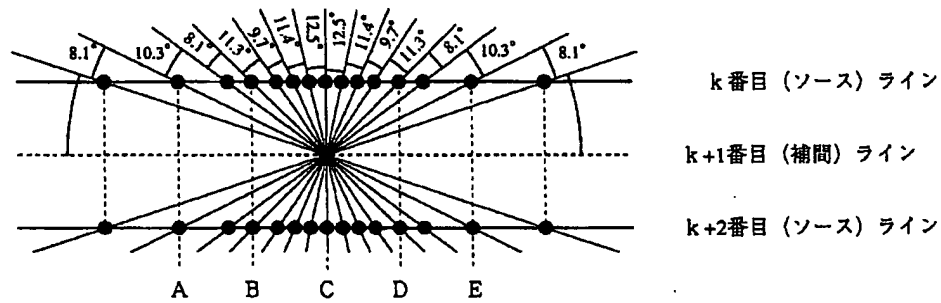
Δ4…第4補間軸方向での画素データの相関評価指数

Δ5…第5補間軸方向での画素データの相関評価指数

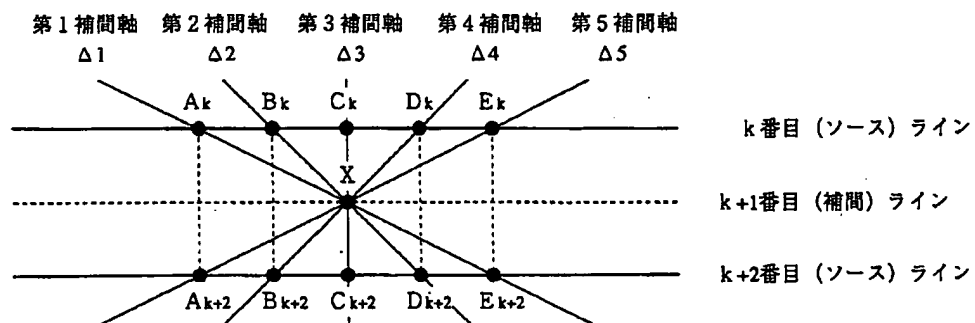
【図1】



【図5】



【図6】



【図2】

補間ラインの各画素に対する相関評価指数 ($\Delta 1, \Delta 2, \Delta 2.5, \Delta 3, \Delta 3.5, \Delta 4, \Delta 5$) - 実施例 -優先順位による
補間軸Hと
補間データ

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	
	2	0	0	0	1	2	3	
ソースライン (k)	0	0	0	0	1	2	3	7 10 7 3 3 0 0 0 0
補間ライン (k+1)			P	(Q)	(R)	(S)	(T)	(U) (V) (W) (X) (Y) (Z)
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	0	2	4	8 10 8 3 2 0 0 0 0

H = $\Delta 3$

Ph = 0.0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	
	4	2	0	2	2.5	3	7	
ソースライン (k)	0	0	0	1	2	2.5	3	7 10 7 3 3 0 0 0 0
補間ライン (k+1)		(P)		Q	(R)	(S)	(T)	(U) (V) (W) (X) (Y) (Z)
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	0	1	2	4 8 10 8 3 2 0 0 0 0

H = $\Delta 2.5$

Qh = 1.0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	
	8	2	0.5	1	4	7	10	
ソースライン (k)	0	0	0	2	2.5	3	5	7 10 7 3 3 0 0 0 0
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)		R	(S)	(T)	(U) (V) (W) (X) (Y) (Z)
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	1	2	3	4 8 10 8 3 2 0 0 0 0

H = $\Delta 2.5$

Rh = 2.75

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	
	8	5	1	3	5.5	8	7	
ソースライン (k)	0	0	0	2	3	5	7	8.5 10 7 3 3 0 0 0 0
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)		S	(T)	(U) (V) (W) (X) (Y) (Z)
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	2	3	4	6 8 10 8 3 2 0 0 0 0

H = $\Delta 2.5$

Sh = 5.5

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	
	5	3	0.5	2	2.6	3	1	
ソースライン (k)	0	0	0	2	3	7	8.5	10 6.5 7 3 3 0 0 0 0
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)	(S)		T	(U) (V) (W) (X) (Y) (Z)
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	2	4	6	8 9 10 8 3 2 0 0 0 0

H = $\Delta 2.5$

Th = 8.75

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	
	4	2	0.5	3	4	5	1	
ソースライン (k)	0	0	0	2	3	7	10	8.5 7 5 3 3 0 0 0 0
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)	(S)	(T)	U	(V) (W) (X) (Y) (Z)
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	2	4	8	9 10 9 8 3 2 0 0 0 0

H = $\Delta 2.5$

Uh = 8.75

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	
	8	4	0.5	5	6	7	8	
ソースライン (k)	0	0	0	2	3	7	10	7 5 3 3 3 0 0 0 0
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)	(S)	(T)	U	(V) (W) (X) (Y) (Z)
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	2	4	8	10 9 8 5.5 3 2 0 0 0 0

H = $\Delta 2.5$

Vh = 5.25

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	
	7	1	0.5	0	4	8	10	
ソースライン (k)	0	0	0	2	3	7	10	7 3 3 3 1.5 0 0 0 0
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)	(S)	(T)	(U)	(V) (W) (X) (Y) (Z)
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	2	4	8	10 8 5.5 3 2.5 2 0 0 0 0

H = $\Delta 3$

Wh = 3.0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	
	3	3	0.5	2	2.5	3	8	
ソースライン (k)	0	0	0	2	3	7	10	7 3 3 1.5 0 0 0 0
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)	(S)	(T)	(U)	(V) (W) (X) (Y) (Z)
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	2	4	8	10 8 3 2.5 2 1 0 0 0 0

H = $\Delta 2.5$

Xh = 1.25

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	
	3	0	0	0	1	2	3	
ソースライン (k)	0	0	0	2	3	7	10	7 3 3 0 0 0 0 0
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)	(S)	(T)	(U)	(V) (W) (X) (Y) (Z)
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	2	4	8	10 8 3 2 1 0 0 0 0

H = $\Delta 3$

Yh = 0.0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	
	0	0	0	0	0	0	2	
ソースライン (k)	0	0	0	2	3	7	10	7 3 3 0 0 0 0 0
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)	(S)	(T)	(U)	(V) (W) (X) (Y) (Z)
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	2	4	8	10 8 3 2 0 0 0 0

H = $\Delta 3$

Zh = 0.0

【図3】

補間ラインの各要素に対する相関評価指数 ($\Delta 1, \Delta 2, \Delta 2.5, \Delta 3, \Delta 3.5, \Delta 4, \Delta 5$) - 実施例 -優先順位による
補間軸Hと
補間データ

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$										
	0	0	0	0	0	0	2	H = $\Delta 3$									
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	0	2	4	8	10	8	3	2	0	0	0	0	0
補間ライン (k+3)			P	(Q)	(R)	(S)	(T)	(U)	(V)	(W)	(X)	(Y)	(Z)				Ph = 0.0
ソースライン (k+4)	0	0	0	0	0	0	0	2	3	7	10	7	3	3	0	0	0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$										
	2	0	0	0	1	2	4	H = $\Delta 3$									
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	1	2	4	8	10	8	3	2	0	0	0	0	0
補間ライン (k+3)			(Q)		(R)	(S)	(T)	(U)	(V)	(W)	(X)	(Y)	(Z)				Qh = 0.0
ソースライン (k+4)	0	0	0	0	0	0	0	2	3	7	10	7	3	3	0	0	0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$										
	3	2	0	2	3	4	8	H = $\Delta 2.5$									
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	1	2	3	4	8	10	8	3	2	0	0	0	0
補間ライン (k+3)			(Q)	(R)		(S)	(T)	(U)	(V)	(W)	(X)	(Y)	(Z)				Rh = 1.0
ソースライン (k+4)	0	0	0	0	0	0	1	2	3	7	10	7	3	3	0	0	0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$										
	7	1	0.5	2	5	8	10	H = $\Delta 2.5$									
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	2	3	4	6	8	10	8	3	2	0	0	0	0
補間ライン (k+3)			(Q)	(R)		(S)	(T)	(U)	(V)	(W)	(X)	(Y)	(Z)				Sh = 2.75
ソースライン (k+4)	0	0	0	0	0	1	2	2.5	3	7	10	7	3	3	0	0	0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$										
	8	3	1	5	6.5	8	8	H = $\Delta 2.5$									
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	2	4	6	8	9	10	8	3	2	0	0	0	0
補間ライン (k+3)			(Q)	(R)	(S)		(T)		(U)	(V)	(W)	(X)	(Y)	(Z)			Th = 5.5
ソースライン (k+4)	0	0	0	0	0	2	2.5	3	5	7	10	7	3	3	0	0	0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$										
	3	2	0.5	3	4	5	1	H = $\Delta 2.5$									
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	2	4	8	9	10	8	3	2	0	0	0	0	0
補間ライン (k+3)			(Q)	(R)	(S)	(T)		(U)		(V)	(W)	(X)	(Y)	(Z)			Uh = 8.75
ソースライン (k+4)	0	0	0	0	0	2	3	5	7	8.5	10	7	3	3	0	0	0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$										
	5	3	0.5	2	3	4	1	H = $\Delta 2.5$									
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	2	4	8	10	9	8	5.5	3	2	0	0	0	0
補間ライン (k+3)			(Q)	(R)	(S)	(T)	(U)		(V)		(W)	(X)	(Y)	(Z)			Vh = 8.75
ソースライン (k+4)	0	0	0	0	0	2	3	7	8.5	10	8.5	7	3	3	0	0	0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$										
	7	5	0.5	4	6	8	7	H = $\Delta 2.5$									
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	2	4	8	10	8	5.5	3	2.5	2	0	0	0	0
補間ライン (k+3)			(Q)	(R)	(S)	(T)	(U)		(V)	W		(X)	(Y)	(Z)			Wh = 5.25
ソースライン (k+4)	0	0	0	0	0	2	3	7	10	8.5	7	5	3	3	0	0	0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$										
	8	0	0.5	1	4	7	10	H = $\Delta 2$									
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	2	4	8	10	8	3	2.5	2	1	0	0	0	0
補間ライン (k+3)			(Q)	(R)	(S)	(T)	(U)		(V)	X		(Y)	(Z)				Xh = 3.0
ソースライン (k+4)	0	0	0	0	0	2	3	7	10	7	5	3	3	3	0	0	0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$										
	3	2	0.5	3	3	3	7	H = $\Delta 2.5$									
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	2	4	8	10	8	3	2	1	0	0	0	0	0
補間ライン (k+3)			(Q)	(R)	(S)	(T)	(U)		(V)	(X)		(Y)	(Z)				Yh = 1.25
ソースライン (k+4)	0	0	0	0	0	2	3	7	10	7	3	3	3	1.5	0	0	0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 2.5$	$\Delta 3$	$\Delta 3.5$	$\Delta 4$	$\Delta 5$										
	2	0	0	0	1.5	3	3	H = $\Delta 3$									
ソースライン (k+2)	0	0	0	0	2	4	8	10	8	3	2	0	0	0	0	0	0
補間ライン (k+3)			(Q)	(R)	(S)	(T)	(U)		(V)	(X)		(Y)	(Z)				Zh = 0.0
ソースライン (k+4)	0	0	0	0	0	2	3	7	10	7	3	3	1.5	0	0	0	0

Zh = 0.0

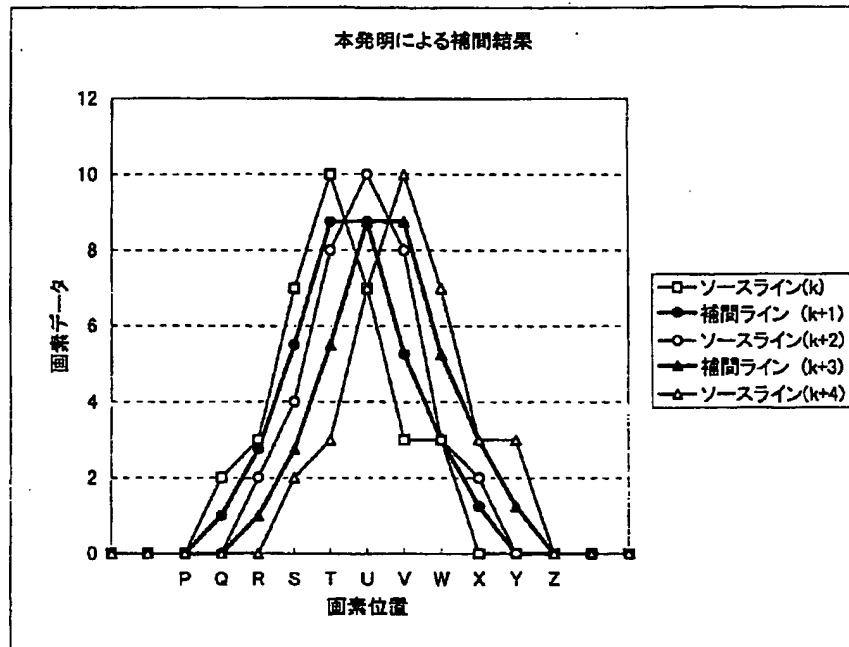
【図4】

(a)

本発明による補間結果

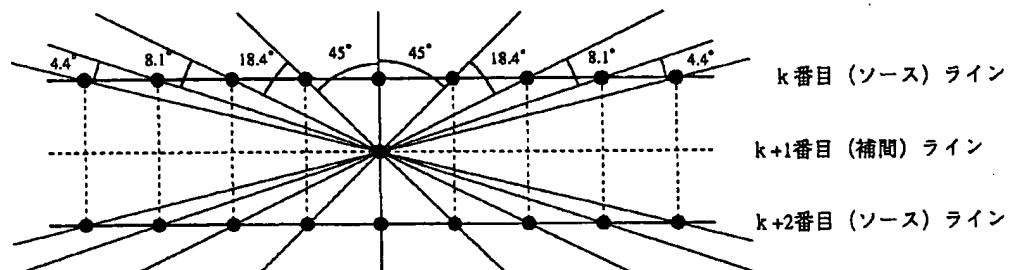
ソースライン(k)	0	0	0	2	3	7	10	7	3	3	0	0	0	0
補間ライン (k+1)		0.0	1.0	2.75	5.5	8.75	8.75	5.25	3.0	1.25	0.0	0.0		
ソースライン(k+2)	0	0	0	0	2	4	8	10	8	3	2	0	0	0
補間ライン (k+3)		0.0	0.0	1.00	2.75	5.5	8.75	8.75	5.25	3.0	1.25	0.0		
ソースライン(k+4)	0	0	0	0	0	2	3	7	10	7	3	3	0	0
画素位置		P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z		

(b)



【図10】

(第1補間軸) (第2補間軸) (第3補間軸) (第4補間軸) (第5補間軸)



【図7】

補間ラインの各画素に対する相関評価指数 ($\Delta 1, \Delta 2, \Delta 3, \Delta 4, \Delta 5$) - 従来の補間方法 -

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
	2	0	0	2	3
ソースライン (k)	0	0	0	2	3
補間ライン (k+1)		P	(Q)	(R)	(S)
ソースライン (k+2)	0	0	0	2	3

補間軸Hと
補間データH = $\Delta 2, \Delta 3$

Ph = 0.0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
	4	2	2	3	7
ソースライン (k)	0	0	0	2	3
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)	(S)
ソースライン (k+2)	0	0	0	2	3

H = $\Delta 2, \Delta 3$

Qh = 1.0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
	8	2	1	7	10
ソースライン (k)	0	0	0	2	3
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)	(S)
ソースライン (k+2)	0	0	0	2	3

H = $\Delta 3$

Rh = 2.5

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
	8	5	3	8	7
ソースライン (k)	0	0	0	2	3
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)	(S)
ソースライン (k+2)	0	0	0	2	3

H = $\Delta 3$

Sh = 5.5

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
	5	3	2	3	1
ソースライン (k)	0	0	0	2	3
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)	(S)
ソースライン (k+2)	0	0	0	2	3

H = $\Delta 5$

Th = 2.5

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
	4	2	3	5	1
ソースライン (k)	0	0	0	2	3
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)	(S)
ソースライン (k+2)	0	0	0	2	3

H = $\Delta 5$

Uh = 3.5

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
	8	4	5	7	8
ソースライン (k)	0	0	0	2	3
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)	(S)
ソースライン (k+2)	0	0	0	2	3

H = $\Delta 2$

Vh = 5.0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
	7	1	0	8	10
ソースライン (k)	0	0	0	2	3
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)	(S)
ソースライン (k+2)	0	0	0	2	3

H = $\Delta 3$

Wh = 3.0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
	3	3	2	3	8
ソースライン (k)	0	0	0	2	3
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)	(S)
ソースライン (k+2)	0	0	0	2	3

H = $\Delta 3$

Xh = 1.0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
	3	0	0	2	3
ソースライン (k)	0	0	0	2	3
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)	(S)
ソースライン (k+2)	0	0	0	2	3

H = $\Delta 2, \Delta 3$

Yh = 0.0

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
	0	0	0	0	2
ソースライン (k)	0	0	0	2	3
補間ライン (k+1)		(P)	(Q)	(R)	(S)
ソースライン (k+2)	0	0	0	2	3

H = $\Delta 1, \Delta 2, \Delta 3, \Delta 4$

Zh = 0.0

【図8】

補間ラインの各画素に対する相関評価指数 ($\Delta 1, \Delta 2, \Delta 3, \Delta 4, \Delta 5$) - 従来の補間方法 -

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
ソースライン ($k+2$)	0	0	0	0	2
補間ライン ($k+3$)	0	0	0	0	2
ソースライン ($k+4$)	0	0	0	0	2

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
ソースライン ($k+2$)	0	0	0	0	2
補間ライン ($k+3$)	0	0	0	0	2
ソースライン ($k+4$)	0	0	0	0	2

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
ソースライン ($k+2$)	0	0	0	0	2
補間ライン ($k+3$)	0	0	0	0	2
ソースライン ($k+4$)	0	0	0	0	2

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
ソースライン ($k+2$)	0	0	0	0	2
補間ライン ($k+3$)	0	0	0	0	2
ソースライン ($k+4$)	0	0	0	0	2

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
ソースライン ($k+2$)	0	0	0	0	2
補間ライン ($k+3$)	0	0	0	0	2
ソースライン ($k+4$)	0	0	0	0	2

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
ソースライン ($k+2$)	0	0	0	0	2
補間ライン ($k+3$)	0	0	0	0	2
ソースライン ($k+4$)	0	0	0	0	2

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
ソースライン ($k+2$)	0	0	0	0	2
補間ライン ($k+3$)	0	0	0	0	2
ソースライン ($k+4$)	0	0	0	0	2

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
ソースライン ($k+2$)	0	0	0	0	2
補間ライン ($k+3$)	0	0	0	0	2
ソースライン ($k+4$)	0	0	0	0	2

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
ソースライン ($k+2$)	0	0	0	0	2
補間ライン ($k+3$)	0	0	0	0	2
ソースライン ($k+4$)	0	0	0	0	2

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
ソースライン ($k+2$)	0	0	0	0	2
補間ライン ($k+3$)	0	0	0	0	2
ソースライン ($k+4$)	0	0	0	0	2

相関評価指数	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
ソースライン ($k+2$)	0	0	0	0	2
補間ライン ($k+3$)	0	0	0	0	2
ソースライン ($k+4$)	0	0	0	0	2

補間軸Hと
補間データ $H = \Delta 1, \Delta 2, \Delta 3, \Delta 4$ $Ph = 0.0$ $H = \Delta 2, \Delta 3$ $Qh = 0.0$ $H = \Delta 2, \Delta 3$ $Rh = 1.0$ $H = \Delta 2$ $Sh = 2.5$ $H = \Delta 2$ $Th = 5.5$ $H = \Delta 5$ $Uh = 2.5$ $H = \Delta 5$ $Vh = 2.5$ $H = \Delta 3$ $Wh = 5.0$ $H = \Delta 2$ $Xh = 3.0$ $H = \Delta 2$ $Yh = 1.0$ $H = \Delta 2, \Delta 3$ $Zh = 0.0$

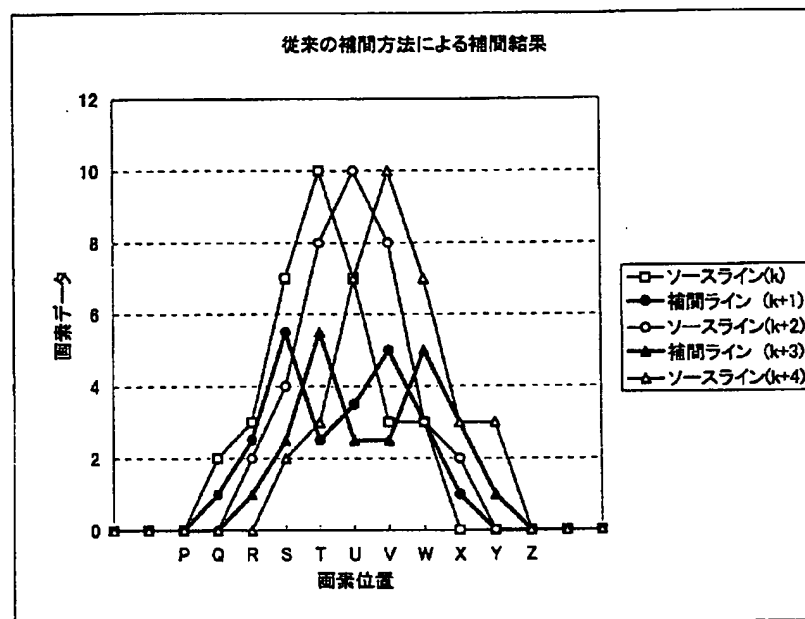
【図9】

(a)

従来の補間方法による補間結果

ソースライン(k)	0	0	0	2	3	7	10	7	3	3	0	0	0	0	0
補間ライン (k+1)		0.0	1.0	2.5	5.5	2.5	3.5	5.0	3.0	1.0	0.0	0.0			
ソースライン(k+2)	0	0	0	0	2	4	8	10	8	3	2	0	0	0	0
補間ライン (k+3)		0.0	0.0	1.0	2.5	5.5	2.5	2.5	5.0	3.0	1.0	0.0			
ソースライン(k+4)	0	0	0	0	0	2	3	7	10	7	3	3	0	0	0
画素位置		P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			

(b)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.